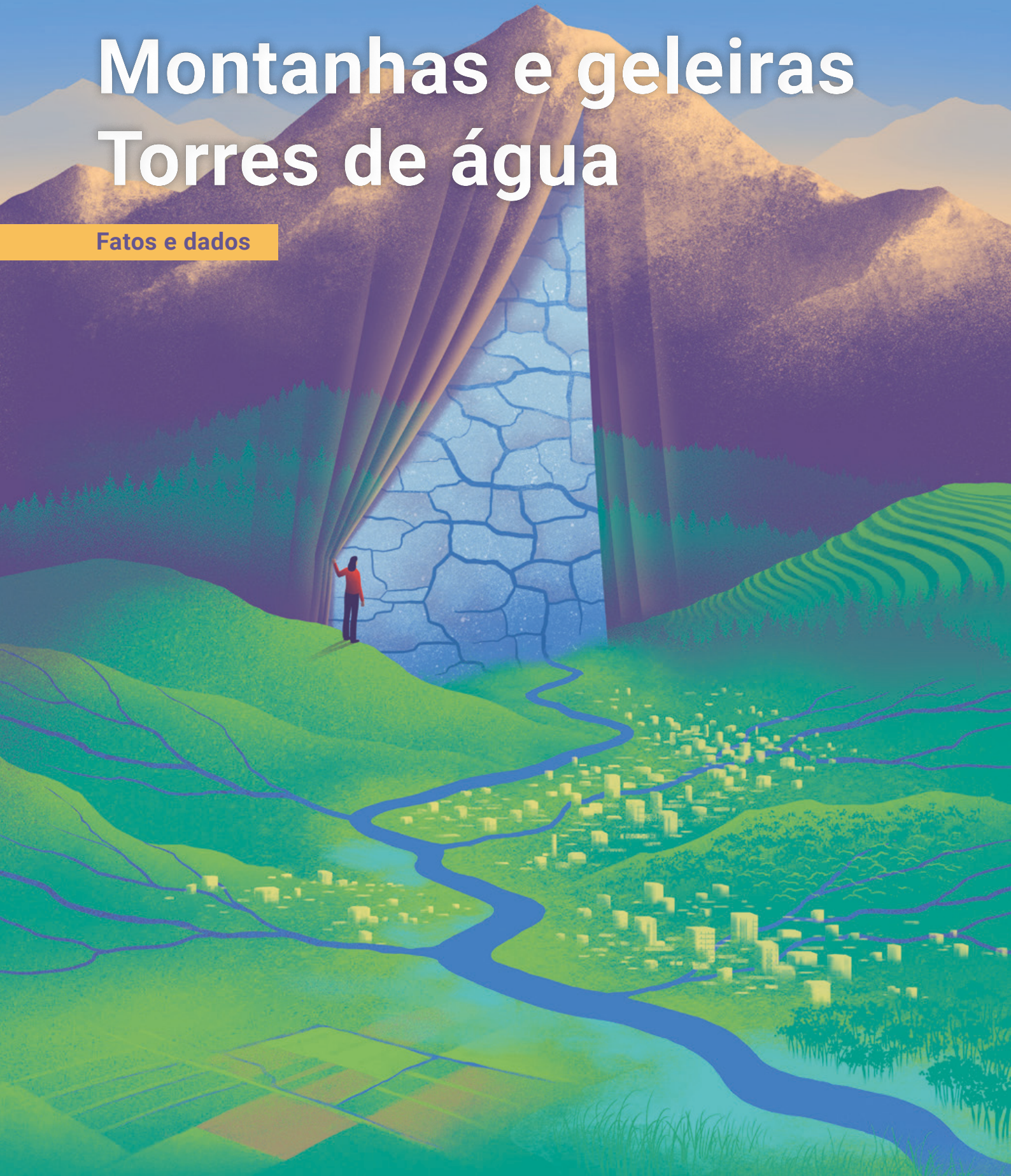


Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2025

Montanhas e geleiras Torres de água

Fatos e dados



Tendências de demanda e disponibilidade de água

De acordo com as estimativas globais mais recentes, de 2021, o setor agrícola domina as retiradas totais de água (72%), seguido pela indústria (15%) e pelo uso doméstico (ou municipal) (13%). No período 2000-2021, o total de retiradas de água doce cresceu 14% em âmbito global (de 3.500 km³ em 2000 para pouco menos de 4.000 km³ em 2021), um aumento médio de 0,7% ao ano (FAO, s.d.).

Os países de renda mais alta usam mais água em seus setores industriais, enquanto os países de renda mais baixa usam 90% (ou mais) de sua água para a irrigação agrícola (Kashiwase; Fujs, 2023).

Todos os anos, 25 países – que abrigam um quarto da população mundial – enfrentam estresse hídrico “extremamente alto” (Kuzma et al., 2023).

Aproximadamente 4 bilhões de pessoas, ou metade do total da população mundial, sofrem de escassez grave de água durante pelo menos parte do ano (IPCC, 2023a).

Progresso rumo ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6

Meta 6.1: Água potável segura

Estima-se que, em 2022, 2,2 bilhões de pessoas (27% da população mundial) não tinham acesso a água potável gerida de forma segura. Quatro em cada cinco pessoas que não tinham pelo menos serviços básicos de água potável viviam em áreas rurais (United Nations, s.d.a).

Meta 6.2: Acesso a saneamento e higiene

Em 2022, 3,5 bilhões de pessoas em todo o mundo não tinham acesso a saneamento gerido de forma segura (UNICEF/WHO, 2023). A situação era particularmente grave na África Subsaariana, onde apenas 24% da população usa serviços de saneamento geridos de forma segura. A falta de acesso também persiste em outras regiões, como América Latina e Caribe, e Ásia Central e Sul da Ásia, onde apenas cerca de 50% da população tinha acesso a esses serviços (United Nations, s.d.b).

Meta 6.3: Qualidade da água

Em 2023, dados de 91 mil corpos de água de 120 países revelaram que 56% apresentavam boa qualidade da água (United Nations, 2024).

Meta 6.4: Eficiência no uso da água

Em âmbito global, cerca de 58% dos países ainda apresentam baixa eficiência no uso da água (menos de US\$ 20/m³) (United Nations, 2024).

Meta 6.5: Cooperação hídrica transfronteiriça

Dos 153 países que compartilham rios, lagos e aquíferos transfronteiriços, apenas 43 têm 90% ou mais de suas águas transfronteiriças abrangidas por acordos operacionais. Além disso, apenas 26 países têm todas as suas águas transfronteiriças abrangidas por acordos operacionais (UNECE/UNESCO/UN-Water, 2024).

Meta 6.6: Ecossistemas relacionados à água

As tendências dos dados mostram que os ecossistemas relacionados à água continuam a enfrentar níveis significativos de degradação. Isso é causado principalmente por poluição, barragens, alteração do uso de terras, extração excessiva e mudança climática (UNEP, 2024a).

Meta 6.a: Cooperação internacional nos campos de água e saneamento

Entre 2018 e 2020, os gastos de assistência oficial ao desenvolvimento (AOD) para o setor hídrico diminuíram de maneira constante; depois, em 2021, aumentaram 11%, para US\$ 9,1 bilhões (United Nations, s.d.c).

Meta 6.b: Gestão participativa nos campos de água e saneamento

Mais de 90% dos países relataram ter procedimentos de participação definidos em lei ou em políticas específicas para a gestão de água potável em áreas rurais e recursos hídricos em geral ao longo do ciclo de relatórios de 2021-2022. No entanto, menos de um terço dos países relatou uma alta ou muito alta participação das comunidades nos processos de planejamento e gestão (WHO, 2022).

Áreas montanhosas do mundo

As regiões montanhosas cobrem cerca de 33 milhões de km² – ou 24% da superfície terrestre do planeta, excluindo a Antártica (Romeo et al., 2020). Em 2015, cerca de 1,1 bilhão de pessoas (aproximadamente 15% da população mundial) residiam em regiões montanhosas (Adler et al., 2022) – quase o dobro de pouco mais de 575 milhões em 1975 (Thornton et al., 2022). Para efeitos de comparação, em 2020, cerca de 900 milhões de pessoas viviam em deltas de rios e regiões costeiras baixas, incluindo ilhas (Glavovic et al., 2022).

Em 2015, 34% da população mundial de montanhas vivia em cidades com mais de 50 mil habitantes, 31% em cidades e áreas semidensas, e 35% em áreas rurais (Ehrlich et al., 2021).

Em 2017, a maior parte da população mundial de montanhas (cerca de 91%) vivia em países em desenvolvimento. Cerca de 90% da população total de montanhas vivia em altitudes entre 1.500 metros acima do nível do mar (masl) e 2.500 masl, com apenas cerca de 75 milhões de pessoas vivendo acima de 2.500 masl (Tremblay; Ainslie, 2021).

Uso e dependência da água de montanhas

As montanhas apresentam maior escoamento superficial por unidade de área do que as terras baixas, fornecendo entre 55% e 60% dos fluxos anuais de água doce em termos globais. No entanto, os valores específicos variam de 40% a mais de 90% em diferentes partes do mundo (Viviroli et al., 2020).

Os principais rios que têm sido fortemente influenciados por fontes de água das montanhas (>90% do fluxo médio anual) incluem o Amu Dária, o Colorado, o Nilo, o Orange e o Rio Negro. Os rios que têm dependido de águas de montanha em relação a mais de 70% de seu fluxo incluem o Eufrates, o Indo, o São Francisco, o Senegal e o Tigre (Viviroli et al., 2020).

Em âmbito mundial, até dois terços da agricultura irrigada podem depender das águas das montanhas, enquanto o número de pessoas que vivem em terras baixas e têm grande dependência dessas águas aumentou de cerca de 0,6 bilhão, na década de 1960, para cerca de 1,8 bilhão, na década de 2000. Além dessas, mais de 1 bilhão de pessoas que vivem em terras baixas se beneficiam do apoio fornecido pelo escoamento das montanhas (Viviroli et al., 2020).

Mudanças na criosfera e impactos na água

Com frequência, afirma-se que cerca de 2 bilhões de pessoas dependem das montanhas – e, portanto, das contribuições da criosfera em derretimento – para seu suprimento de água doce. Esse é um número derivado da estimativa de que 2 bilhões de pessoas vivem em bacias de drenagem que se originam em montanhas (Immerzeel et al., 2020; Viviroli et al., 2020).

Tendências na criosfera das montanhas

As tendências vistas nas bacias de montanhas incluem uma proporção maior de precipitação que cai como chuva em vez de neve, redistribuição da neve e área coberta de neve reduzidas e derretimento antecipado da neve.

Na maior parte do mundo, o recuo e a perda de geleiras ocorrem desde o século XX (DeBeer et al., 2020; IPCC, 2023b) e aceleraram nas últimas décadas (Zemp et al., 2019). Em todo o mundo, a maioria das geleiras de montanha está diminuindo rapidamente (Hugonnet et al., 2021) e está em uma situação de desequilíbrio em relação ao clima atual. Isso significa que elas continuarão a encolher independentemente da redução das emissões de gases de efeito estufa (Cook et al., 2023). Um aquecimento atmosférico maior exacerbará o desequilíbrio global; com o aquecimento global entre 1,5 °C e 4 °C, estima-se que as geleiras de montanha de todo o mundo percam 26% a 41% de sua massa total até 2100, em relação a 2015. Muitas geleiras consideradas isoladamente desaparecerão por completo, deixando sem glaciação muitas nascentes de montanhas que atualmente são glaciadas (Rounce et al., 2023).

Buytaert et al. (2017) descobriram que, nos Andes tropicais, a área máxima mensal de terras irrigadas que obtêm pelo menos 25% da água do derretimento das geleiras dobrou durante os anos de seca.

A área total e o número de lagos glaciais aumentaram significativamente desde a década de 1990, à medida que as geleiras recuaram. Mais desses lagos surgirão e se desenvolverão nas próximas décadas, o que irá criar pontos críticos de riscos potenciais de inundações de lagos glaciais (*glacial lake outburst floods* – GLOFs) (Adler et al., 2022).

Embora não se restrinjam a riscos geológicos criosféricos, Stäubli et al. (2018) calcularam que, devido a 713 eventos ocorridos entre 1985 e 2014, as perdas econômicas absolutas nas regiões montanhosas superaram US\$ 56 bilhões, afetaram mais de 258 milhões de pessoas e causaram mais de 39 mil mortes.

Alimentos e agricultura

A agricultura e o pastoreio são meios essenciais de subsistência para quem vive nas áreas montanhosas (FAO, 2019), regiões onde habitadas por cerca de 1,1 bilhão de pessoas. Nos países em desenvolvimento, estima-se que, considerando os habitantes de áreas montanhosas, 648 milhões deles vivam em áreas rurais, regiões em que a maioria da população desenvolve meios de subsistência agrícolas e pastorais.

A segurança alimentar e nutricional nas regiões montanhosas é menor do que nas terras baixas: entre 35% e 40% da população das montanhas está em situação de insegurança alimentar, e metade dela sofre de fome crônica (Romeo et al., 2020).

Estima-se que 45% das áreas montanhosas de todo o mundo não são, ou são apenas parcialmente, adequadas para o cultivo, o pastoreio ou a silvicultura (Romeo et al., 2020).

As florestas cobrem cerca de 40% das áreas montanhosas, desempenhando uma função de proteção contra riscos naturais, estabilizando encostas íngremes, regulando os fluxos em direção às águas subterrâneas, reduzindo o escoamento superficial e a erosão do solo e mitigando o potencial de deslizamentos de terra e inundações (Romeo et al., 2021; FAO, 2022).

De 2003 a 2013, nos países em desenvolvimento, o setor agrícola foi afetado por 25% dos riscos relacionados ao clima, que foram responsáveis por 80% dos danos e perdas causados à pecuária e à produção agrícola em áreas montanhosas (Romeo et al., 2020).

Assentamentos humanos e redução de riscos de desastres

As regiões montanhosas são importantes torres de água, fornecendo sustento a assentamentos humanos que abrigam 14% da população mundial (Ehrlich et al., 2021).

Entre 1975 e 2015, aproximadamente 35% das sub-regiões de montanhas viram sua população aumentar pelo menos duas vezes (Thornton et al., 2022). A proporção de residentes urbanos nessas áreas de montanha variou de 6% a 39% no mesmo período (Ehrlich et al., 2021; Thornton et al., 2022).

Cerca de 1,1 bilhão de pessoas vivem em regiões montanhosas. Embora a taxa de urbanização varie de maneira considerável entre as cadeias de montanhas, aproximadamente 34% da população dessas regiões vive em cidades, 31% em cidades menores e em áreas semidensas e 35% em áreas rurais. A taxa de urbanização nas montanhas (66%) é menor do que nas terras baixas (78%) (Ehrlich et al., 2021).

De 850 a 2022, 3.151 eventos de GLOF foram registrados nas principais regiões de geleiras do mundo (Lützwow et al., 2023).

Água, saneamento e higiene (*water, sanitation and hygiene – WASH*) e gestão de desastres são setores prioritários nos países em desenvolvimento montanhosos (*mountainous developing countries – MDCs*). As necessidades de financiamento para adaptação estimadas especificamente para os MDCs somam US\$ 187 bilhões por ano (valores de 2021), o equivalente a 1,3% de seu Produto Interno Bruto (PIB), para esta década. As necessidades de financiamento para adaptação nos setores de saúde e saneamento, abastecimento de água e redução do risco de desastres (RRD) representam, em conjunto, quase 20% do total das necessidades

de financiamento para adaptação dos MDCs. No entanto, em 2022, o fluxo de financiamento público internacional para adaptação disponível nesses países foi de apenas US\$ 13,8 bilhões, o que indica uma grande lacuna de financiamento para adaptação, inclusive nos setores de abastecimento hídrico, RRD, saúde e saneamento nas regiões montanhosas. Embora existam enormes lacunas de financiamento para adaptação, esses setores respondem juntos por quase 30% do atual fluxo de financiamento para adaptação nos MDCs (UNEP, 2024b).

Indústria e energia

A região de Puna e dos Altos Andes, que inclui porções da Argentina, da Bolívia e do Chile é responsável por 56% do total de reservas de lítio identificadas no mundo. São necessários cerca de 2.000 m³ de água para produzir 1 tonelada de lítio (UNECLAC, 2023).

Devido à expansão global das indústrias dependentes de água, é provável que o uso industrial da água também esteja aumentando nas montanhas. Por exemplo, em âmbito global, até 2060 a extração de recursos materiais pode aumentar em quase 60% em relação ao nível de 2020 (UNEP, 2024c).

A mineração de criptomoedas é um processo fundamental para a emissão de criptomoedas que usa recursos especializados de computação que exigem grandes quantidades de energia barata. O carvão é a principal fonte de energia usada nesse processo, com participação de 45%, e a energia hidrelétrica é a principal fonte de energia renovável, com 16% (Chamanara; Madani, 2023). Com frequência, esses dois tipos de energia são produzidos em áreas de montanha, causando impactos significativos na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos.

As usinas hidrelétricas de armazenamento, ou usinas de armazenamento bombeado (*pumped storage hydropower* – PSH) usam o excesso de eletricidade fora dos horários de pico para bombear a água de volta para um reservatório, a fim de armazenar água e energia potencial. As PSHs respondem por 95% da capacidade de armazenamento de eletricidade do mundo, principalmente em áreas montanhosas (IRENA, 2023).

Meio ambiente

Em geral, os sistemas de montanhas são caracterizados por temperaturas mais baixas e níveis de precipitação mais altos do que outras paisagens (FAO, 2022) e abrigam 25 dos 34 pontos críticos de biodiversidade do mundo (FAO/UNEP, 2023).

Nos ecossistemas de montanhas, as florestas cobrem aproximadamente 40% da superfície montanhosa em âmbito global. Em altitudes mais elevadas, as florestas dão lugar a pradarias e tundra alpina, incluindo pergelissolo e geleiras (FAO/UNEP, 2023).

Tomando como base o ano de 2020, 57% da área montanhosa global estava sob pressão intensa, com a degradação dos ecossistemas concentrada em regiões de montanha de menor altitude, onde se desenvolve a maior parte das atividades humanas (Elsen et al., 2020).

Perspectivas regionais

África Subsaariana

A África representa 11% da superfície do planeta coberta por montanhas, abrangendo uma área de cerca de 1.500.000 km² (Alweny et al., 2014). Da área terrestre da África continental, 20% são classificados como de montanhas com altitude superior a 1.000 masl, com 5% se elevando a mais de 1.500 masl (FAO, 2015). A África Oriental é a região mais montanhosa do continente.

Considerando o ano de 2017, as montanhas africanas abrigavam cerca de 252 milhões de pessoas – 18% da população do continente –, o que representa 23% da população global que vive em montanhas (Romeo et al., 2020).

Em 2017, estimava-se que 132 milhões de residentes em áreas rurais de montanhas estavam vulneráveis à insegurança alimentar na África, o que equivale a duas em cada três pessoas que vivem nessas áreas (Romeo et al., 2020).

Das pessoas que residiam em áreas rurais de montanhas vulneráveis à insegurança alimentar na África em 2017, 86 milhões viviam em locais caracterizados pela degradação da terra, o que afeta negativamente os meios de subsistência com base na agricultura (Romeo et al., 2020).

Prevê-se que os glaciares desaparecerão antes de 2030 no Monte Quênia e nos Montes Ruvenzori, e até 2040, no Monte Kilimanjaro (Trisos et al., 2022).

Europa e Ásia Central

Até 2100, espera-se que os efeitos da mudança climática na criosfera e na hidrosfera dos Alpes causem uma redução na descarga anual dos rios, com o escoamento da parte coberta de gelo diminuindo em 45% e o escoamento total diminuindo em 35% em relação a 2006 (Laurent et al., 2020).

Os Cárpatos abrigam aproximadamente 30% da flora europeia e as maiores populações de ursos-pardos, lobos, linces, bisões-europeus e espécies de aves raras do continente (UNEP, 2023).

América Latina e Caribe

As torres de água da América Latina e do Caribe ocupam cerca de um terço do território regional (FAO, 2000), e produzem um fluxo de água por área terrestre maior do que qualquer outro continente (Bretas et al., 2020).

A Cordilheira dos Andes (a mais longa cadeia de montanhas do mundo, que se estende por mais de 7.000 km) é a maior fornecedora de fluxos de água da região (FAO, 2000), contribuindo com 50% da vazão do Rio Amazonas (Bretas et al., 2020).

Em 2017, aproximadamente 25% (167 milhões de pessoas) da população latino-americana e caribenha viviam em regiões de montanha, dos quais 112 milhões residiam em áreas urbanas. Cerca de 17 milhões de pessoas viviam em áreas montanhosas, muitas vezes vulneráveis à intensa variabilidade climática e à degradação do solo (Romeo et al., 2020).

De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o aquecimento global causou perda de geleiras nos Andes, variando de 30% a 50% da área desde a década de 1980, o que marca uma das reduções mais significativas em todo o mundo (IPCC, 2022).

Na América Latina, em 2013, 85% da energia hidrelétrica veio de fontes de montanha (Mountain Partnership, 2013).

Ásia e Pacífico

O Planalto Tibetano, as cadeias de montanhas Pamir-Indocuche e as cordilheiras Hengduan, Tian Shan e Qilian abrangem 5.000.000 km² de montanhas altas, com 100.000 km² de geleiras. Esse chamado “Terceiro Polo” – também conhecido como a torre de água da Ásia – armazena mais gelo e neve do que qualquer outra região fora da Antártica e do Ártico (UNEP, 2022). O Terceiro Polo é a origem de mais de dez sistemas fluviais que são fundamentais para o sustento de quase 2 bilhões de indivíduos que vivem nas bacias hidrográficas da Ásia Central, do Nordeste, do Sul e do Sudeste Asiático (ICIMOD, 2023).

As geleiras na região de Pamir-Indocuche estão desaparecendo em uma velocidade alarmante: 65% mais rápido em 2011–2020 do que na década anterior (ICIMOD, 2023). Elas também estão derretendo mais rápido do que a média global (Mani, 2021), com as perdas mais significativas concentradas em sua porção leste (ESCAP; UNEP; ILO; UNFCCC RCC Asia-Pacific; UNIDO, 2023).

Estima-se que, nos cenários de aquecimento global de 1,5 °C-2° C, o volume das geleiras na região de Pamir-Indocuche pode reduzir entre 30% e 50% até 2100. Se o aquecimento global exceder 2 °C, essas geleiras podem encolher para 20%-45% do volume que tinham em 2020 (ICIMOD, 2023).

O recuo das geleiras também foi observado nos Alpes do Sul da Nova Zelândia e, até 2100, o país deverá perder 88% de seu volume de gelo, em comparação com 2011 (Frazier; Brewington, 2020).

Estados Árabes

Aproximadamente um terço da população dos Estados Árabes reside em regiões com altitude de 600 masl (ESCWA, 2022).

Estima-se que a neve contribua com 50%-60% do volume de água dos rios e nascentes do Líbano, que alimenta os aquíferos subterrâneos (Shaban, 2020).

Referências

- Adler, C.; Wester, P.; Bhatt, I.; Huggel, C.; Insarov, G.; Morecroft, M.; Muccione, V.; Prakash, A. 2022. Mountains. In: Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M.; Poloczanska, E. S.; Mintenbeck, K.; Alegría, A.; Craig, M.; Langsdorf, S.; Löschke, S.; Möller, V.; Okem, A.; Rama, B. (Eds.). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK; Cambridge University Press, p. 2273-2318. doi.org/10.1017/9781009325844.022.
- Alweny, S.; Nsengiyumva, P.; Gatarabirwa, W. *Africa sustainable mountain development*. Kampala: Albertine Rift Conservation Society (ARCOS), 2014. (Technical report, 1). doi.org/10.13140/RG.2.2.11656.16640.
- Bretas, F.; Casanova, G.; Crisman, T.; Embid, A.; Martin, L.; Miralles, F.; Muñoz, R. *Agua para el futuro: estrategia de seguridad hídrica para América Latina y el Caribe*. Inter-American Development Bank (IDB), 2020. doi.org/10.18235/0002816. Buytaert, W.; Moulds, S.; Acosta, L.; De Bièvre, B.; Olmos, C.; Villacis, M.; Tovar, C.; Verbist, K. M. Glacial melt content of water use in the tropical Andes. *Environmental Research Letters*, v. 12, n. 11, Article 114014, 2017. doi.org/10.1088/1748-9326/aa926c.
- Chamanara, S.; Madani, K. *The Hidden environmental cost of cryptocurrency: how bitcoin mining impacts climate, water and land*. Hamilton, Canada: United Nations University Institute for Water, Environment and Health (UNU-INWEH), 2023. doi.org/10.53328/INR23ASC02.
- Cook, S. J.; Juvet, G.; Millan, R.; Rabatel, A.; Zekollari, H.; Dussaillant, I. Committed ice loss in the European Alps until 2050 using a deep-learning-aided 3D ice-flow model with data assimilation. *Geophysical Research Letters*, v. 50, n. 23, Article e2023GL105029, 2023. doi.org/10.1029/2023GL105029.
- DeBeer, C. M.; Sharp, M.; Schuster-Wallace, C. Glaciers and ice sheets. In: Goldstein, M. I.; DellaSala, D. A. (Eds.), *Encyclopedia of the world's biomes*. Amsterdam: Elsevier, 2020. p. 182-194. doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.12441-8.
- Ehrlich, D.; Melchiorri, M.; Capitani, C. Population trends and urbanisation in mountain ranges of the world. *Land*, v. 10, n. 3, Article 255, 2021. doi.org/10.3390/land10030255.
- Elsen, P. R.; Monahan, W. B.; Merenlender, A. M. Topography and human pressure in mountain ranges alter expected species responses to climate change. *Nature Communications*, v. 11, Article 1974, 2020. doi.org/10.1038/s41467-020-15881-x.
- ESCAP; UNEP; ILO; UNFCCC RCC Asia-Pacific; UNIDO (Economic and Social Commission for Asia and the Pacific; United Nations Environment Programme; International Labour Organization; The Regional Collaboration Center for Asia-Pacific of the Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change; United Nations Industrial Development Organization). *2023 Review of climate ambition in Asia and the Pacific: just transition towards regional net-zero climate resilient development*. United Nations, 2023. www.unescap.org/kp/2023/2023-review-climate-ambition-asia-and-pacific-just-transition-towards-regional-net-zero.
- ESCWA (Economic and Social Commission for Western Asia). *Groundwater in the Arab Region*. Beirut: United Nations, 2022. (ESCWA water development report, 9). www.unescwa.org/publications/water-development-report-9.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). AQUASTAT Dissemination System. *FAO website*, s.d. https://data.apps.fao.org/aquastat/?lang=en. Acesso em 2 dec. 2024.
- FAO. *Mapping the vulnerability of mountain peoples to food insecurity*. Rome, 2015. https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i5175e.
- FAO. *Mountain agriculture: opportunities for harnessing zero hunger in Asia*. Bangkok, 2019. www.fao.org/3/ca5561en/ca5561en.pdf.
- FAO. *The State of the world's land and water resources for food and agriculture 2021: systems at breaking point; main report*. Rome, 2022. doi.org/10.4060/cb9910en.
- FAO. *Sustainable development in mountain areas*. Twenty-sixth FAO Regional Conference for Latin America and the Caribbean, Mérida, Mexico, 10–14 April 2000. Rome, 2000. www.fao.org/4/x4442e/x4442e.htm.
- FAO; UNEP (Food and Agriculture Organization of the United Nations; United Nations Environment Programme). *Restoring mountain ecosystems: challenges, case studies and recommendations for implementing the UN Decade Principles for Mountain Ecosystem Restoration*. Rome: FAO; Nairobi: UNEP, 2023. doi.org/10.4060/cc9044en.
- Frazier, A. G.; Brewington, L. Current changes in alpine ecosystems of Pacific Islands. *Encyclopedia of the World's Biomes*. Elsevier, 2020. p. 607-619. doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.11881-0.
- Glavovic, B. C.; Dawson, R.; Chow, W.; Garschagen, M.; Haasnoot, M.; Singh, C.; Thomas, A. Cities and settlements by the sea. In: Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M. Poloczanska, E. S.; Mintenbeck, K.; Alegría, A.; Craig, M.; Langsdorf, S.; Löschke, S.; Möller, V.; Okem, A.; Rama, B. (Eds.). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2022. p. 2163-2194. doi.org/10.1017/9781009325844.019.
- Hugonnet, R.; McNabb, R.; Berthier, E.; Menounos, B.; Nuth, C.; Girod, L.; Farinotti, D.; Huss, M.; Dussailant, I.; Brun, F.; Kääb, A. Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature*, v. 592, p. 726-731, 2021. doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z.
- ICIMOD (International Centre for Integrated Mountain Development). *Water, ice, society, and ecosystems in the Hindu Kush Himalaya: an outlook*. Kathmandu, 2023. doi.org/10.53055/ICIMOD.1028.
- Immerzeel, W. W.; Lutz, A. F.; Andrade, M.; Bahl, A.; Biemans, H.; Bolch, T.; Hyde, Brumby, S.; Davies, B. J.; Elmore, A. C.; Emmer, A.; Feng, M.; Fernández, A.; Haritashya, U.; Kargel, J. S.; Koppes, M.; Kraaijenbrink, P. D. A.; Kulkarni, A. V.; Mayewski, P. A.; Nepal, S.; Pacheco, P.; Painter, T. H.; Pellicciotti, F.; Rajaram, H.; Rupper, S.; Sinisalo, A.; Shrestha, A. B.; Viviroli, D.; Wada, Y.; Xiao, C.; Yao, T.; Baillie, J. E. M. Importance and vulnerability of the world's water towers. *Nature*, v. 577, p. 364-369, 2020. doi.org/10.1038/s41586-019-1822-y.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2022. doi.org/10.1017/9781009325844.
- IPCC. Summary for policymakers. In: Lee, H.; Romero, J. (Eds.). *Climate change 2023: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, 2023a. p. 1-34. www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf.
- IPCC. *Climate change 2023: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, 2023b. p. 1-34. doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001.
- IRENA (International Renewable Energy Agency). *The Changing role of hydropower: challenges and opportunities*. Abu Dhabi, 2023. www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Feb/IRENA_Changing_role_of_hydropower_2023.pdf.
- Kashiwase, H.; Fujs, T. Strains on freshwater resources. In: Pirlea, A. F.; Serajuddin, U.; Thudt, A.; Wadhwa, D.; Welch, M. (Eds.). *Atlas of Sustainable Development Goals 2023*. Washington DC, World Bank, 2023. doi.org/10.60616/93he-j512.
- Kuzma, S.; Saccoccia, L.; Chertock, M. 25 Countries, housing one-quarter of the population, face extremely high water stress. *World Resources Institute website*, 2023. www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries.
- Laurent, L.; Buoncristiani, J.-F.; Pohl, B.; Zekollari, H.; Farinotti, D.; Huss, M.; Mugnier, J.-L.; Pergaud, J. The impact of climate change and glacier mass loss on the hydrology in the Mont-Blanc massif. *Scientific Reports*, v. 10, Article 10420, 2020. doi.org/10.1038/s41598-020-67379-7.
- Lützow, N.; Veh, G.; Korup, O. A global database of historic glacier lake outburst floods. *Earth System Science Data*, v. 15, n. 7, p. 2983-3000, 2023. doi.org/10.5194/essd-15-2983-2023.
- Mani, M. (Ed.). *Glaciers of the Himalayas: climate change, black carbon, and regional resilience*. South Asia Development Forum. Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2021. https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/ff8b1264-d631-5d3d-814f-80f509c82aa9/content.
- Mountain Partnership. *Why mountains matter for energy: a call for action on the Sustainable Development Goals (SDGs)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013. www.fao.org/fileadmin/templates/mountain_partnership/doc/POLICY_BRIEFS/SDGs_and_mountains_energy_en.pdf.
- Romeo, R.; Grita, F.; Parisi, F.; Russo, L. *Vulnerability of mountain peoples to food insecurity: updated data and analysis of drivers*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), 2020. doi.org/10.4060/cb2409en.
- Romeo, R.; Manuelli, S. R.; Geringer, M.; Barchiesi, V. (Eds.). *Mountain farming systems: seeds for the future; sustainable agricultural practices for resilient mountain livelihoods*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021. doi.org/10.4060/cb5349en.
- Rounce, D. R.; Hock, R.; Maussion, F.; Hugonnet, R.; Kochtitzky, W.; Huss, M.; Berthier, E.; Brinkerhoff, D.; Compagno, L.; Copland, L.; Farinotti, D.; Menounos, B.; McNabb, R. W. Global glacier change in the 21st century: every increase in temperature matters. *Science*, v. 379, n. 6627, p. 78-83, 2023. doi.org/10.1126/science.abo1324.
- Shaban, A. Snow cover. In: Shabah, A. *Water resources of Lebanon*. Cham, Switzerland: Springer, 2020. (World water resources, 7). doi.org/10.1007/978-3-030-48717-1_5.
- Stäubli, A.; Nussbaumer, S. U.; Allen, S. K.; Huggel, C., Arguello, M.; Costa, F.; Hergarten, C.; Martínez, R.; Soto, J.; Vargas, R.; Zambrano, E.; Zimmermann, M. Analysis of weather-and climate-related disasters in mountain regions using different disaster databases. In: Mal, S.; Singh, R.; Huggel, C. (Eds.). *Climate change, extreme events and*

- disaster risk reduction: towards Sustainable Development Goals*. Cham, Switzerland: Springer, 2018. p. 17-41. doi.org/10.1007/978-3-319-56469-2_2.
- Thornton, J. M.; Snethlage, M. A.; Sayre, R.; Urbach, D. R.; Viviroli, D.; Ehrlich, D.; Muccione, V.; Wester, P.; Insarov, G.; Adler, C. Human populations in the world's mountains: Spatio-temporal patterns and potential controls. *PLoS ONE*, v. 17, n. 7, Article e0271466, 2022. doi.org/10.1371/journal.pone.0271466.
- Tremblay, J. C.; Ainslie, P. N. Global and country-level estimates of human population at high altitude. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, v. 118, n. 18, Article e2102463118, 2021. doi.org/10.1073/pnas.2102463118.
- Trisos, C. H.; Adelekan, I. O.; Totin, E.; Ayanlade, A.; Efitre, J.; Gemed, A.; Kalaba, K.; Lennard, C.; Masao, C.; Mgaya, Y.; Ngaruiya, G.; Olago, D.; Simpson, N. P.; Zakiideen, S. Africa. In: Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M.; Poloczanska, E. S.; Mintenbeck, K.; Alegria, A.; Craig, M.; Langsdorf, S.; Löschke, S.; Möller, V.; Okem, A.; Rama, B. (Eds.). *Climate change 2022: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2022. p. 1285-1455. doi.org/10.1017/9781009325844.011.
- UNECE; UNESCO; UN-Water (United Nations Economic Commission for Europe; United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization; UN-Water). *Progress on transboundary water cooperation: mid-term status of SDG Indicator 6.5.2, with a special focus on climate change*. Geneva: United Nations; Paris: UNESCO, 2024. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391407?posInSet=1&queryId=1951bc54-df3b-44b4-9005-be568735fb16.
- UNECLAC (United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean). *Lithium extraction and industrialization: opportunities and challenges for Latin America and the Caribbean*. Santiago, 2023. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8d505030-7686-44e1-9f60-77ceb0610826/content.
- UNEP (United Nations Environment Programme). *A Scientific Assessment of the Third Pole Environment*. Nairobi, 2022. www.unep.org/resources/report/scientific-assessment-third-pole-environment.
- UNEP. *The Carpathian Convention marks its 20th anniversary with a new biodiversity framework and a transboundary protected wetland*. UNEP website, 12 Oct. 2023. www.unep.org/news-and-stories/press-release/carpathian-convention-marks-its-20th-anniversary-new-biodiversity.
- UNEP. *Progress on water-related ecosystems: mid-term status of SDG indicator 6.6.1 and acceleration needs with a special focus on biodiversity*. Nairobi, 2024a. www.unwater.org/publications/progress-water-related-ecosystems-2024-update.
- UNEP. *Adaptation gap report 2024, come hell and high water: as fires and floods hit the poor hardest, it is time for the world to step up adaptation actions*. Nairobi, 2024b. doi.org/10.59117/20.500.11822/46497.
- UNEP. *Global resources outlook 2024: bend the trend; pathways to a liveable planet as resource use spikes*. *global resources outlook 2024*. Nairobi: International Resource Panel, 2024c. https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44901.
- UNICEF; WHO (United Nations Children's Fund; World Health Organization). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: special focus on gender*. New York, 2023. www.who.int/publications/m/item/progress-on-household-drinking-water--sanitation-and-hygiene-2000-2022---special-focus-on-gender.
- United Nations. *The Sustainable Development Goals Report 2024*. New York, 2024. https://unstats.un.org/sdgs/report/2024/.
- United Nations. Progress on drinking water (SDG Target 6.1). United Nations website. s.d.a. www.sdg6data.org/en/indicator/6.1.1. (Acesso em: 2 dez. 2024).
- United Nations. Progress on sanitation (SDG Target 6.2). United Nations website. s.d.b. www.sdg6data.org/en/indicator/6.2.1a. (Acesso em: 4 dez. 2024).
- United Nations. Progress on international water cooperation (SDG Target 6.a). United Nations website. s.d.c. www.sdg6data.org/en/indicator/6.a.1 (Acesso em: 2 dez. 2024).
- Viviroli, D.; Kumm, M.; Meybeck, M.; Kallio, M.; Wada, Y. Increasing dependence of lowland populations on mountain water resources. *Nature Sustainability*, v. 3, p. 917-928, 2020. doi.org/10.1038/s41893-020-0559-9.
- WHO (World Health Organization). *Strong Systems and Sound Investments: evidence on and key insights into accelerating progress on sanitation, drinking-water and hygiene. UN-Water Global Analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water (GLAAS) 2022 report*. Geneva, 2022. https://iris.who.int/handle/10665/365297.
- Zemp, M.; Huss, M.; Thibert, E.; Eckert, N.; McNabb, R.; Huber, J.; Barandun, M.; Machguth, H.; Nussbaumer, S. U.; Gärtner-Roer, I.; Thomson, L.; Paul, F.; Maussion, F.; Kutuzov, S.; Cogley, J. G. Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*, v. 568, n. 7752, p. 382-386, 2019. doi.org/10.1038/s41586-019-1071-0.

Elaborado pelo WWAP | Chorong Ahn e Richard Connor

Esta publicação é produzida pelo WWAP em nome da UN-Water.

Ilustração: Davide Bonazzi
Design e layout: Marco Tonsini
Tradução: Global Languages

© UNESCO 2025

<https://doi.org/10.54679/RFZO5178>



As designações empregadas e a apresentação do material ao longo desta publicação não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO sobre a situação jurídica de qualquer país, território, cidade ou área, ou de suas autoridades, ou quanto à delimitação de suas fronteiras ou limites. As ideias e opiniões expressas nesta publicação são as dos autores; elas não são necessariamente as da UNESCO e não comprometem a Organização.

Para obter mais informações sobre direitos autorais e licenciamento, consulte o relatório completo, disponível em: <https://unesco.org/en/wwap>.

Programa Mundial da UNESCO para Avaliação dos Recursos Hídricos

Escritório do Programa de Avaliação Global da Água

Divisão de Ciências da Água, UNESCO

06134 Colombella, Perugia, Itália

E-mail: wwap@unesco.org

<https://unesco.org/en/wwap>



unesco

World Water
Assessment Programme

Nós reconhecemos com gratidão o apoio financeiro fornecido pelo Governo da Itália e pela Regione Umbria



Regione Umbria

Esta tradução foi possível com o valioso apoio da Representação da UNESCO em Brasília

